การพัฒนาอาคารยุคอุตสาหกรรม 4.0 ด้วยโปรแกรมแลปวิวสำหรับการจัดการพลังงาน

Development of the Smart Building Industry 4.0 with LabVIEW Program for Power Management

อดิศักดิ์ แข็งสาริกิจ*, ธนยศ ตรีสิทธิมากุล, อาณัติ สอนศาตร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ 73170

*E-mail: adisak.kha@rmutr.ac.th

บทคัดย่อ

บทความนำเสนอการพัฒนาอาคารทันสมัยยุคอุตสาหกรรม 4.0 ด้วยโปรแกรมแลปวิวสำหรับการจัดการพลังงานผ่านเครือข่ายอินทราเน็ต โดยโปรแกรมแลปวิวทำหน้าที่ติดต่อสื่อสารกับไมโครคอนโทรลเลอร์และส่งสัญญาณควบคุมการเปิด-ปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าภายอาคาร อ่านสถานะของหลอดไฟฟ้าได้จากอุปกรณ์วัดความเข้มแสงและอ่านค่าอุณหภูมิภายในอาคารจากอุปกรณ์ตรวจวัดเพื่อแสดงผลบนจอคอมพิวเตอร์ ในการทดลองได้ทดสอบการสั่งงานควบคุมการเปิด-ปิดและตรวจสอบสถานะของอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในอาคาร ผ่านหน้าจอแสดงผลของโปรแกรมแลปวิว ซึ่งผลการทดลองสามารถควบคุมได้ แสดงค่าอุณหภูมิภายในห้อง และตรวจสอบสถานะของอุปกรณ์ไฟฟ้าได้

คำสำคัญ: โปรแกรมแลปวิว, อินทราเน็ต, อุตสาหกรรมยุคที่ 4

Abstract

This paper presents the development of the smart building industry 4.0 with LabVIEW program for power management via intranet network. LabVIEW program communicated with the microcontroller for sending control signal the electronics consumer within building, read the status of lamp from LDR and read the temperature from LM35 for display on monitor. The experiment procedure sends the command to control the lamp, the air condition and the electronics consumer. The experiment results can be controlled the electronics consumer and displayed the status and the temperature within building.

Keywords: LabVIEW Program, Intranet, Industrial 4.0

1. ที่มาและความสำคัญ

ในปัจจุบันการประยุกต์ใช้งานระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเข้ามามีบทบาทในการดำเนินชีวิตประจำวันมากขึ้น เช่นการสืบค้นข้อมูล ซื้อขายสินค้าออนไลน์ นำเสนอสินค้าออนไลน์ การชมภาพยนต์ออนไลน์ แนะนำสถานที่ท่องเที่ยว การเงิน การกีฬา การติดต่อ ไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ หรืออีเมล (email) สนทนา (chat) อ่านหรือแสดงความคิดเห็นในเว็บบอร์ด การติดตามข่าวสาร การดาวโหลด เกม เพลง ไฟล์ข้อมูล ฯลฯ การเล่นเกมคอมพิวเตอร์ออนไลน์ การเรียนรู้ออนไลน์ (e-learning) การประชุมทางไกลผ่านอินเทอร์เน็ต (video conference) โทรศัพท์ผ่านอินเทอร์เน็ต (VoIP) การอับโหลดข้อมูล หรืออื่น ๆ และสิ่งหนึ่งที่เครือข่ายอินเตอร์เน็ตสามารถนำมาประยุกต์ใช้งานคือการควบคุมและแสดงข้อมูลทางเทคนิคของอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในอาคารผ่านเครือข่ายอินทราเน็ต[1-2] หมายความว่าสามารถควบคุม

การเปิด-ปิดอุปกรณ์ไฟฟ้า แสดงค่าสถานะ และแสดงข้อมูลทางเทคนิคบนเครือข่ายอินทราเน็ต ส่งผลให้มีความสะดวกสบาย การประหยัดพลังงานไฟฟ้าและค่าใช้จ่าย ซึ่งหมายความว่าการทำให้อาคารดังกล่าวเป็นอาคารอุตสาหกรรมยุคที่ 4[1-2] ที่มีการจัดการบนเครือข่ายอินทราเน็ตผ่านโปรแกรมแลปวิว[3] และบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino [4-5] ทำงานร่วมกัน โปรแกรมแลปวิวเป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ถูกพัฒนาขึ้น ใช้สำหรับพัฒนาโปรแกรมทั่วไป และสามารถเชื่อมต่ออุปกรณ์ภายนอกได้ด้วยรูปภาพหรือกราฟิกเรียกว่า Virtual Instrumentation คือโปรแกรมที่รวมเอาการวัดสัญญาณ การควบคุมและการเชื่อมต่ออุปกรณ์ภายนอกสำหรับงานทางวิศวกรรม โดยมีฟังก์ชั่นอำนวยความสะดวกสำหรับการเขียนโปรแกรมเชิงโครงสร้าง และเป็นโปรแกรมที่สร้างเครื่องมือวัดเสมือนจริงในห้องปฏิบัติการทางวิศวกรรมที่มีฟังก์ชันสำหรับการจัดเก็บข้อมูล การควบคุม การวิเคราะห์ การวัดและการแสดงผลข้อมูล ส่งผลทำให้โปรแกรมแลปวิวมีความยืดหยุ่น และมีประสิทธิภาพ

2. วัตถุประสงค์

2.1 เพื่อประยุกต์ใช้งานโปรแกรมแลปวิวและเครือข่ายอินทราเน็ตในการสื่อสารสำหรับการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า

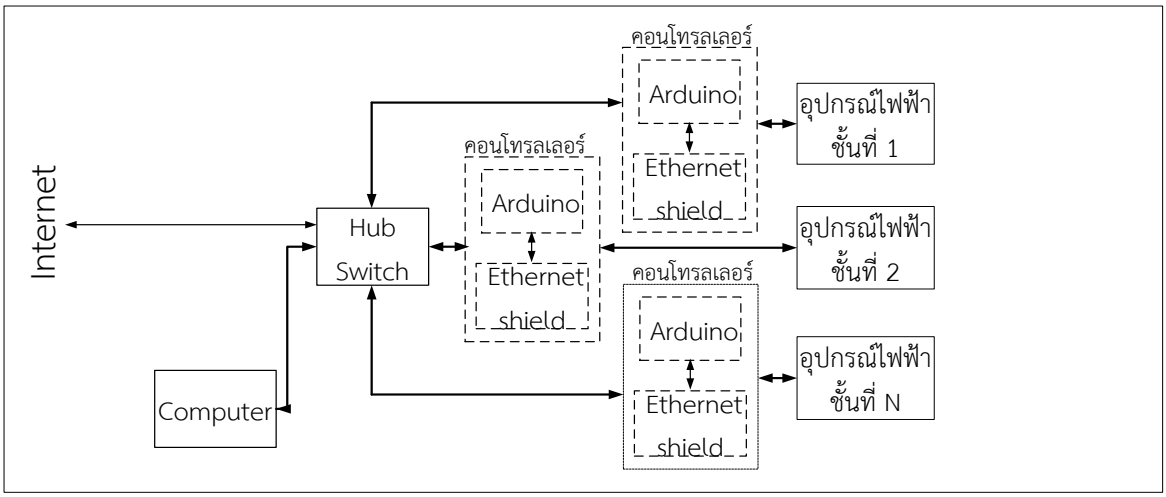
2.2 เพื่อศึกษาและออกแบบโครงสร้างฮาร์แวร์ สำหรับการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านระบบเครือข่ายอินทราเน็ต

2.3 เพื่อศึกษาและพัฒนาการเขียนโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์ด้วยภาษา C สำหรับการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า

2.4 เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาองค์ความรู้และการประยุกต์ใช้งานจริงในอุตสาหกรรมยุคที่ 4

3. ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การพัฒนาอาคารให้เข้าสู่ยุคอุตสาหกรรม 4.0 โดยการนำเอาระบบเทคโนโลยีสารสนเทศเข้ามาใช้จัดการระบบต่างๆ ภายในอาคาร เช่นพลังงานไฟฟ้า ระบบน้ำประปา ระบบปรับอากาศ สิ่งอำนวยความสะดวกต่างๆและการจัดการของเสีย เพื่อให้สามารถบริหารจัดการทรัพยากรต่าง ๆ ภายในอาคาร การจัดการพลังงานไฟฟ้าภายในอาคารดังรูปที่ 1 สามารถแบ่งส่วนประกอบ 2 ส่วนหลักคือ 1.ส่วนโปรแกรม และ 2.ส่วนฮาร์ดแวร์

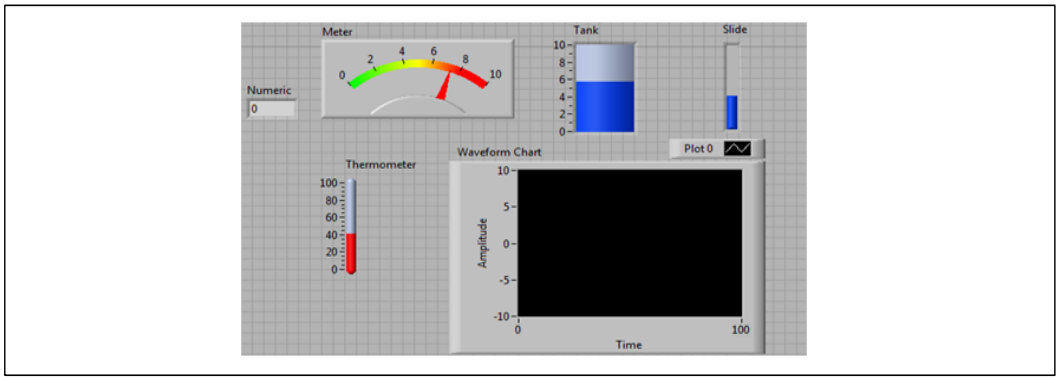


รูปที่ 1 ไดอะแกรมการจัดการพลังงานไฟฟ้าภายในอาคารยุคอุตสาหกรรม 4.0

1. ส่วนโปรแกรม คือโปรแกรมทางด้านคอมพิวเตอร์ที่ถูกพัฒนาขึ้นมาใช้งานในอาคาร จากรูปที่ 1 สามารถแบ่งเป็น 2 โปรแกรมหลักคือโปรแกรมทางด้านคอมพิวเตอร์ และโปรแกรมทางด้านไมโครคอนโทรลเลอร์

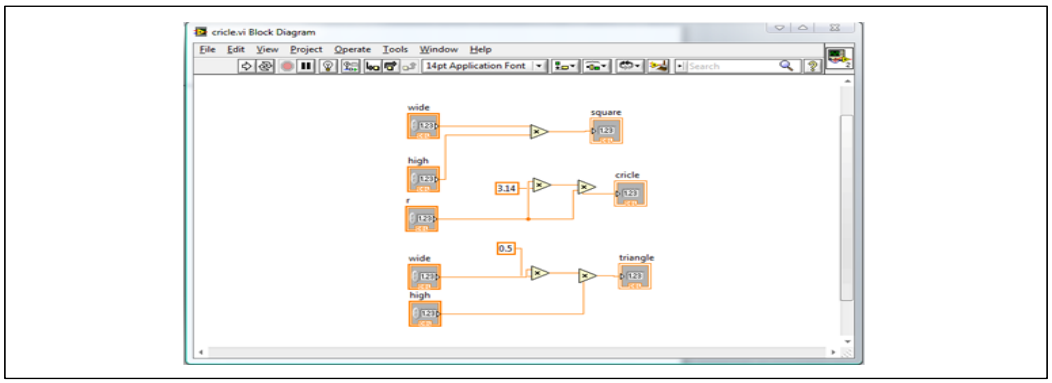
โปรแกรมทางด้านคอมพิวเตอร์ที่ถูกนำมาพัฒนาคือโปรแกรมแลปวิว ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานให้เป็นไปตามโปรแกรมที่ถูกพัฒนาให้เป็นไปตามที่ต้องการ เช่นการรับส่งอ่านข้อมูลจากไมโครคอนโทรลเลอร์ และเชื่อมต่อกับอินทราเน็ต ส่วนประกอบสำคัญของโปรแกรมแลปวิวมี 2 ส่วนคือ

1. Front Panel คือหน้าจอแสดงผล สำหรับให้ผู้ใช้งานสั่งงานโปรแกรม ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 แสดงหน้าจอแสดงผล Front Panel

2. Block Diagram คือหน้าจอที่สำหรับพัฒนาโปรแกรม โดยอาศัยรูปภาพดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 แสดงหน้าจอแสดงผล Block Diagram

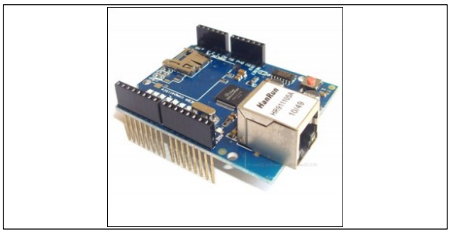
โปรแกรมทางด้านไมโครคอนโทรลเลอร์ถูกพัฒนาด้วยโปรแกรมภาษา ซี มาตรฐาน ANSI-C [4,6] ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานให้เป็นไปตามที่ต้องการ คืออ่านข้อมูลจากอุปกรณ์ตรวจวัดสัญญาณ(Sensor)[7-8] สั่งงานให้อุปกรณ์ภายนอกทำงาน(Actuator)[7-8] และเชื่อมต่อกับอินทราเน็ต หรือที่เรียกว่าโปรแกรมสมองกลฝังตัว(Embedded System) อยู่บนบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino โดยการสั่งงานจะส่งสัญญาณผ่านพอร์ทอินพุทและเอาพุทมีทั้งแบบดิจิทัล และอนาลอกที่เชื่อมต่อกับอุปกรณ์ภายนอก

2. ส่วนฮาร์ดแวร์ ประกอบด้วย 3 ส่วนคือส่วนอุปกรณ์เครือข่าย ส่วนอุปกรณ์ตรวจวัดสัญญาณ และส่วนอุปกรณ์ขับเคลื่อนทางไฟฟ้า

2.1อุปกรณ์เครือข่าย ทำหน้าที่เป็นสื่อกลาง รับและส่งข้อมูลระหว่างคอมพิวเตอร์กับไมโครคอนโทรลเลอร์ มี 3 อุปกรณ์คือ

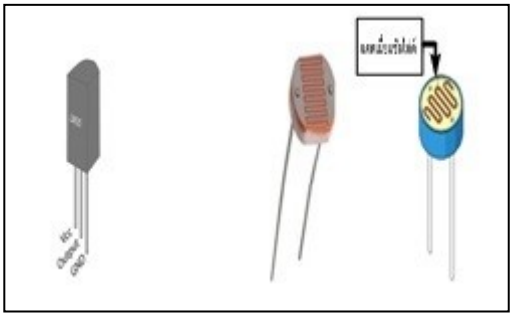
- การ์ดเชื่อมต่อเครือข่าย (Network Card) ถูกติดตั้งที่คอมพิวเตอร์ หรือบางทีเรียกว่า LAN Card [9-10]
- ฮับ สวิตช์ (Hub Switch Layer 2) เป็นอุปกรณ์รับ-ส่งและขยายสัญญาณที่มาจากอุปกรณ์ต่างๆ

- Ethernet Shield คือบอร์ดอิเลคทรอนิคส์ที่ถูกออกแบบสำหรับเชื่อมต่อระบบสื่อสารระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino กับเครือข่ายอินทราเน็ตดังรูปที่ 4



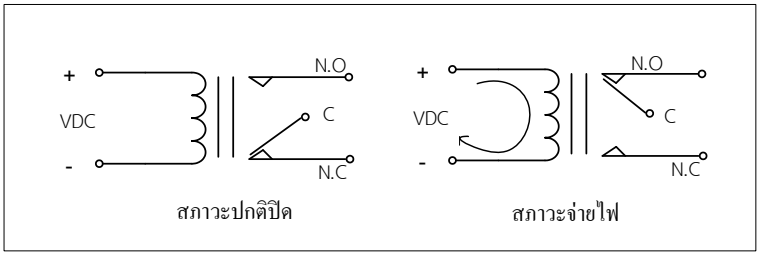
รูปที่ 4 บอร์ด Ethernet Shield

2.2 ส่วนอุปกรณ์ตรวจวัดสัญญาณ ทำหน้าที่อ่านค่าสัญญาณต่างๆ ตามคุณลักษณะของอุปกรณ์ ในบทความนี้ใช้อุปกรณ์อยู่ 2 ชนิดคืออุปกรณ์ตรวจวัดอุณหภูมิ(LM 35) และอุปกรณ์ตรวจวัดความเข้มแสง(LDR)



รูปที่ 5 (ก) อุปกรณ์ตรวจวัดอุณหภูมิ LM 35 (ข) ตัวต้านทาน LDR

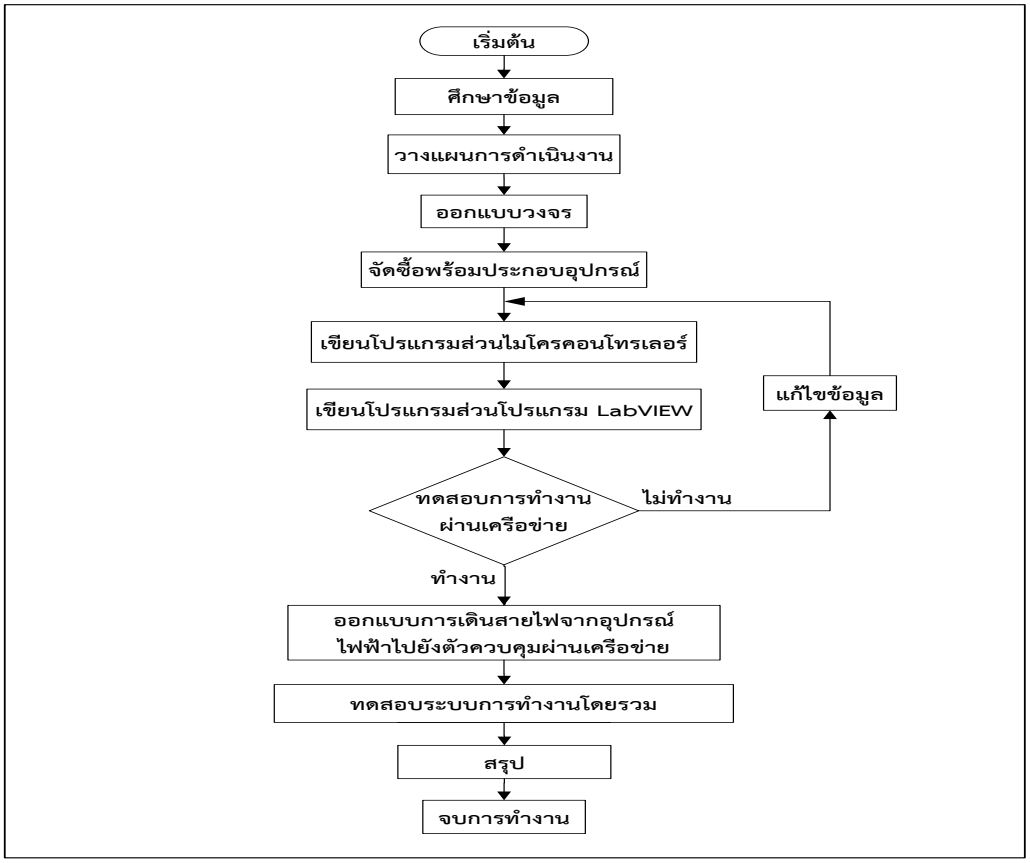
2.3 ส่วนอุปกรณ์ขับเคลื่อนทางไฟฟ้า รีเลย์(Relay) คืออุปกรณ์ไฟฟ้าที่ทำหน้าที่ตัด-ต่อวงจรทำหน้าที่คล้ายสวิตช์สั่งงานผ่านขดลวด สภาวะการทำงานของรีเลย์แสดงดังรูปที่ 6



รูปที่ 6 แสดงสภาวะการทำงานของรีเลย์

4. วิธีการดำเนินการวิจัย

การพัฒนาอาคารยุคอุตสาหกรรม 4.0 ด้วยโปรแกรมแลปวิวสำหรับการจัดการพลังงาน แสดงแผนการดำเนินงานดังรูปที่ 7



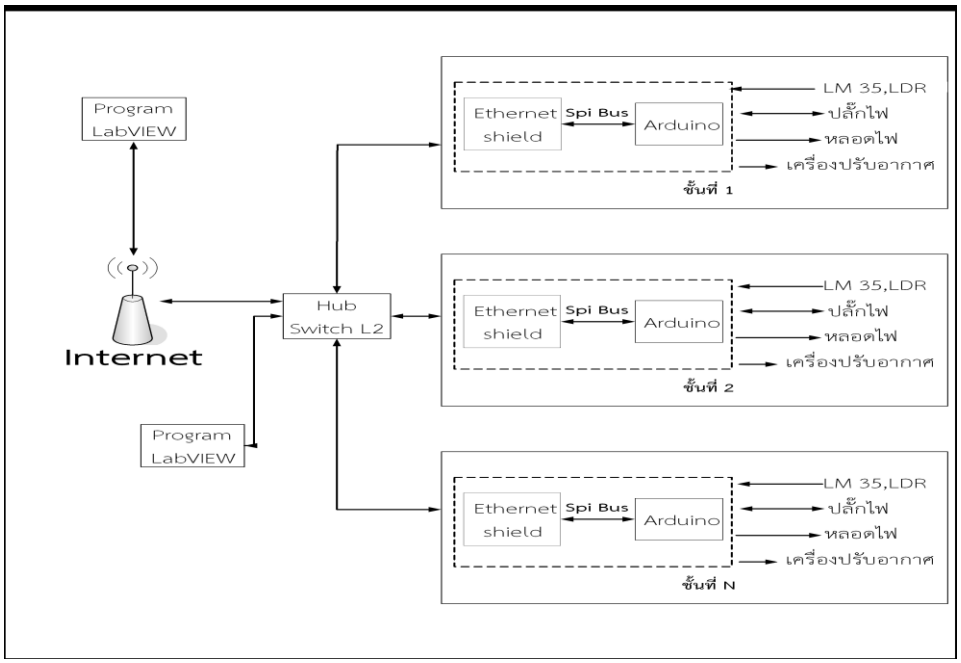
รูปที่ 7 โฟร์ชาร์ทการดำเนินงานสร้างการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านเครือข่าย

การออกแบบขั้นตอนการทำงานควบคุมพลังงานไฟฟ้าภายในอาคาร ซึ่งชั้นของอาคารที่ต้องการควบคุมจะต้องสามารถติดต่อสื่อสารผ่านอินทราเน็ตได้ มีทั้งแบบไร้สาย หรือเดินสายเครือข่าย จากนั้นกำหนดอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ต้องการควบคุม พารามิเตอร์ที่ต้องการแสดงบนเครือข่าย

ตารางที่ 1: แสดงพารามิเตอร์ที่จะแสดงบนเครือข่าย

อุปกรณ์ไฟฟ้า	พารามิเตอร์ที่ต้องการแสดงบนเครือข่าย								
	Brand	แรงดัน	กระแส	กำลังไฟฟ้า	สถานะ	วันที่ใช้งาน	จำนวนชั่วโมง	สอบเทียบ (วันเดือนปี)	หมายเหตุ
ปลั๊กไฟ	panasonics	220	5	-	Off	1/6/59	200	1/5/59	
โทรทัศน์	SONY	220	2	100	On	25/8/56	2000	25/12/57	
หลอดไฟ	OSRAM	220	1	60	On	21/3/59	5000	21/6/59	
เครื่องปรับอากาศ	SUMSUNG	220	4	300	On	14/5/58	1000	25/8/58	

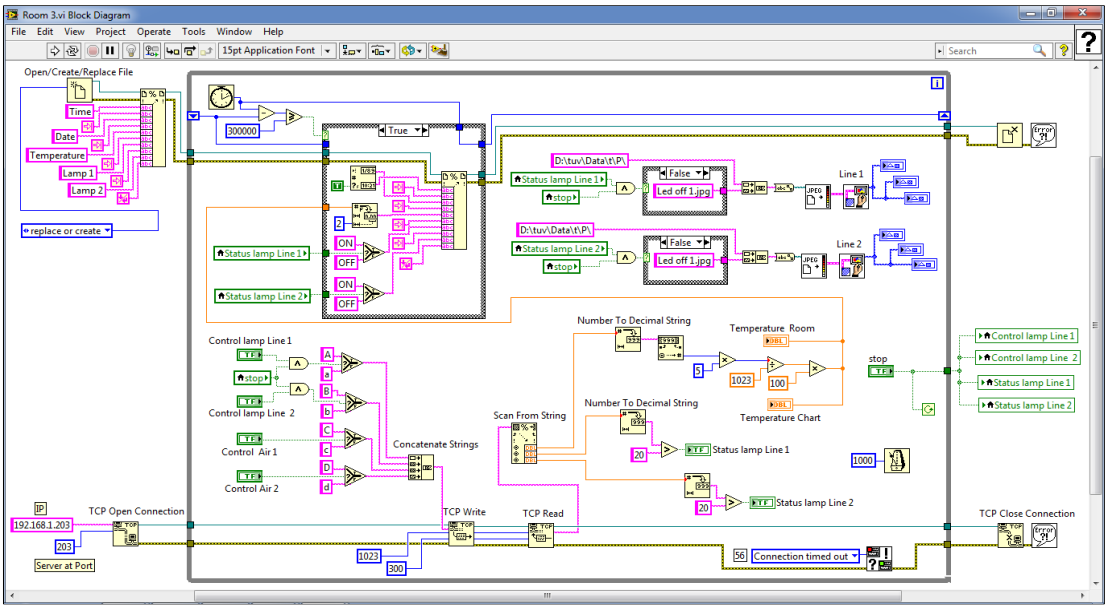
ตัวอย่างเช่นในบทความนี้ได้กำหนดอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ต้องการควบคุม และแสดงค่าพารามิเตอร์ คือเครื่องปรับอากาศ หลอดไฟ และปลั๊กไฟ ซึ่งในการออกแบบการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าของแต่ละชั้นภายในอาคารถูกออกแบบได้ดังรูปที่ 8 ในแต่ละชั้นของอาคารจะถูกติดตั้งบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ประจำของแต่ละชั้น โดยที่บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์จะถูกโปรแกรมควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้า และอ่านค่าพารามิเตอร์ของอุปกรณ์ไฟฟ้า ส่งข้อมูลดังกล่าวให้กับโปรแกรมแลปวิวผ่านเครือข่ายอินทราเน็ต หรือเครือข่ายอินเตอร์เน็ตได้เช่นกัน ฉะนั้นในการออกแบบการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในอาคารยุคอุตสาหกรรม 4.0 สำหรับการจัดการพลังงาน มี 2 หัวข้อคือ1. การออกแบบและพัฒนาโปรแกรม LabVIEW และ 2. การออกแบบโครงสร้างฮาร์ดแวร์



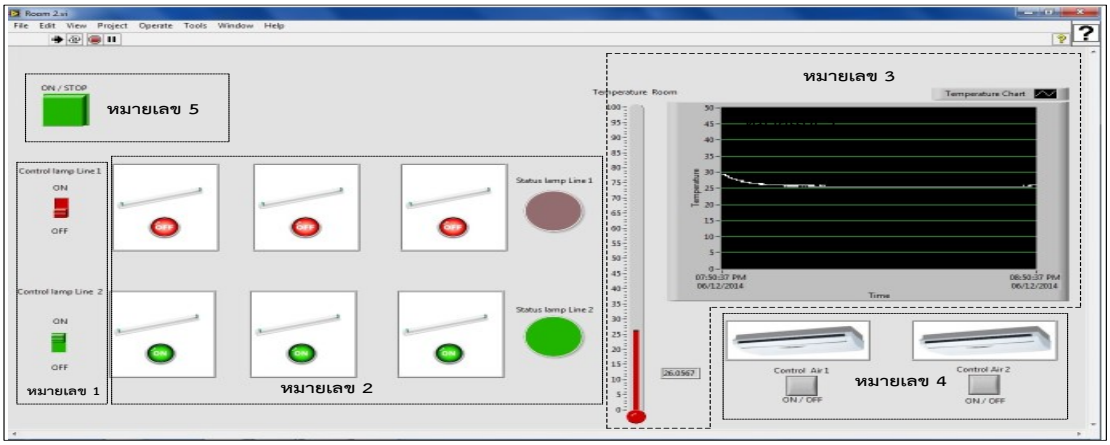
รูปที่ 8 ไดอะแกรมการทำงานควบคุมพลังงานไฟฟ้าภายในอาคาร

1. การออกแบบและพัฒนาโปรแกรม LabVIEW

โปรแกรมควบคุมการทำงานอุปกรณ์ไฟฟ้าและแสดงผลผ่านระบบเครือข่ายอินทราเน็ตใช้โปรแกรมแลปวิว ในการควบคุมการทำงานซึ่งประกอบไปด้วย 2 ส่วนดังต่อไปนี้



รูปที่ 9 ส่วนประมวลผลการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านเครือข่าย



รูปที่ 10 ส่วนการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าพร้อมแสดงผลสถานะผ่านเครือข่าย

ส่วนการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าพร้อมแสดงผลสถานะผ่านเครือข่ายสามารถอธิบายลักษณะการทำงานได้ดังนี้

หมายเลข 1 สวิตซ์เปิด-ปิดหลอดไฟแถว 1 แถว 2 หมายเลข 2 แสดงผลสถานะการทำงานหลอดไฟ

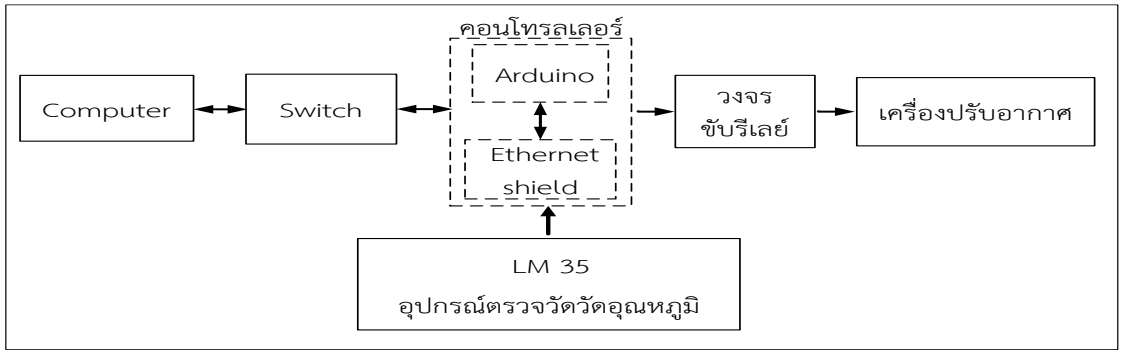
หมายเลข 3 แสดงสถานะอุณหภูมิภายในห้อง หมายเลข 4 สวิตซ์เปิด-ปิดเครื่องปรับอากาศ

หมายเลข 5 สวิตซ์สั่งทำงาน-หยุดการทำงานโปรแกรมควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า

2.การออกแบบโครงสร้างฮาร์ดแวร์

2.1 การควบคุมเครื่องปรับอากาศ

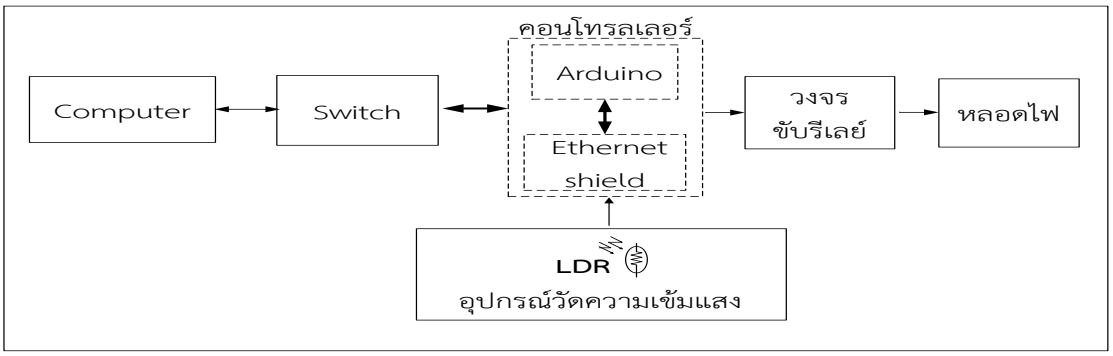
การควบคุมเครื่องปรับอากาศ ในการออกแบบสามารถใช้ได้ทั้งแบบเปิดปิดทางโปรแกรมแลปวิว หรือจะเปิดปิดจากสวิตซ์ของเครื่องปรับอากาศได้ดังรูปที่ 11



รูปที่ 11 ไดอะแกรมการต่ออุปกรณ์ตรวจวัดอุณหภูมิ LM 35 และวงจรขับรีเลย์เข้ากับไมโครคอนโทรลเลอร์

2.2 การออกแบบการควบคุมเปิดปิดหลอดไฟ

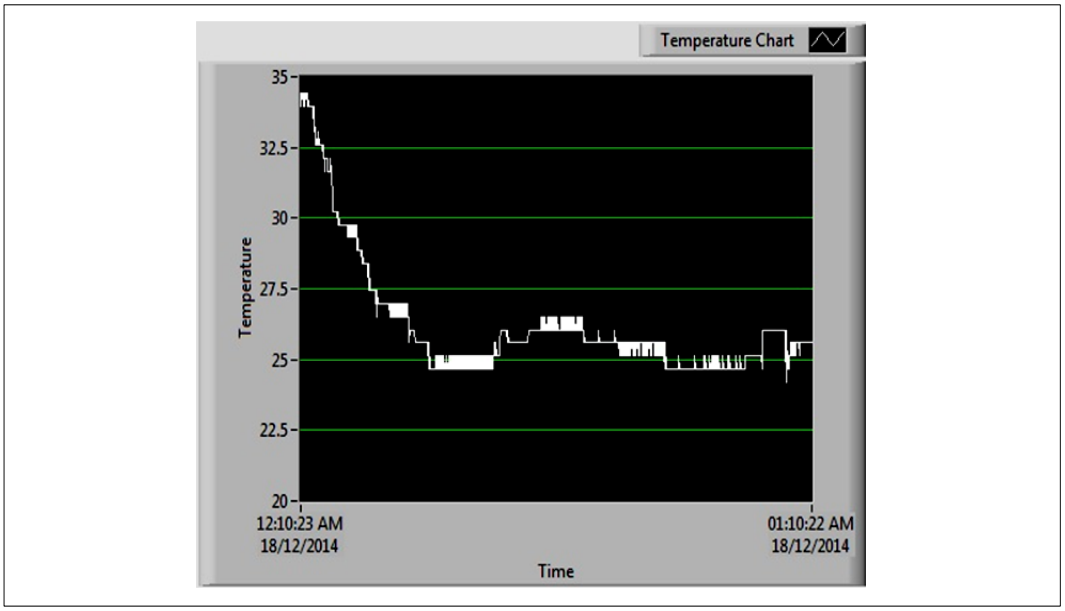
การควบคุมเปิดปิดหลอดไฟ ในการออกแบบสามารถใช้ได้ทั้งแบบเปิดปิดทางโปรแกรมแลปวิว หรือจะเปิดปิดจากสวิตช์ของหลอดไฟได้ ดังรูปที่ 12



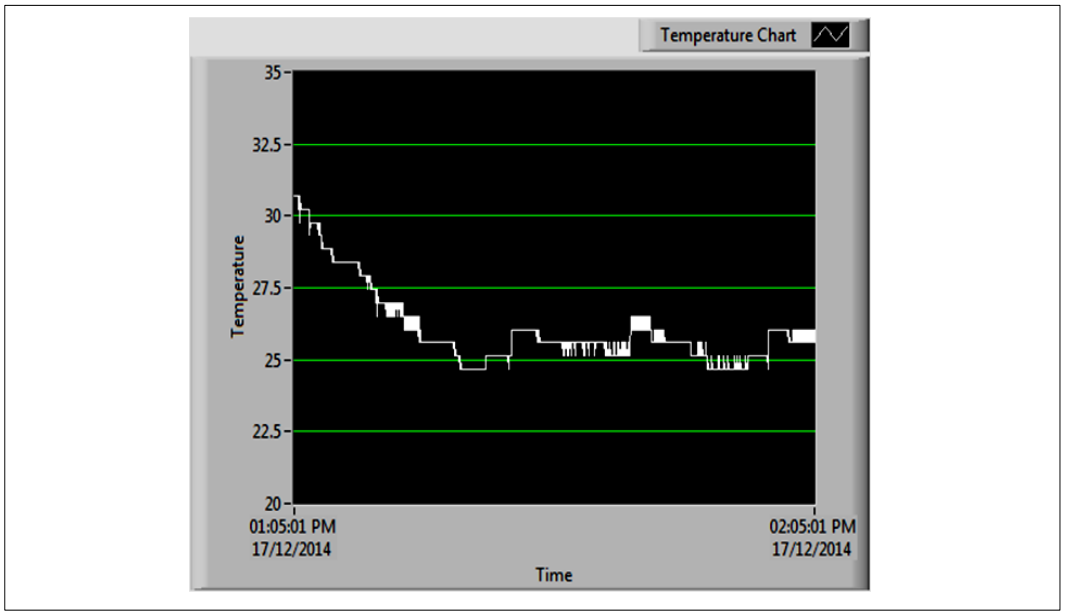
รูปที่ 12 ไดอะแกรมการต่ออุปกรณ์ตรวจวัดความเข้มแสง LDR และวงจรขับรีเลย์เข้ากับไมโครคอนโทรลเลอร์

5. ผลการทดลองและวิจารณ์

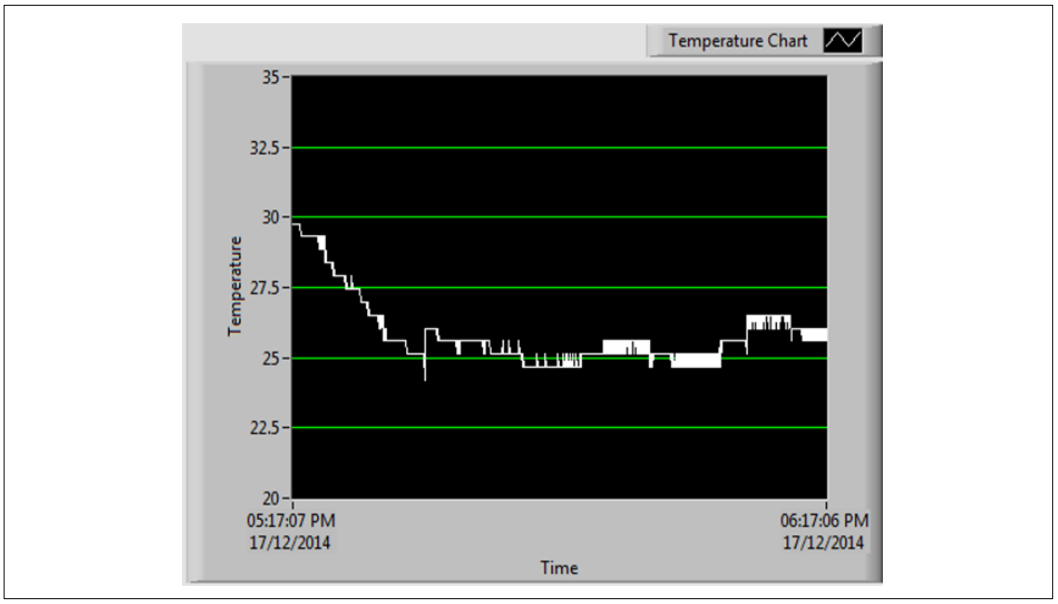
การทดลองได้ทดลองควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าในห้อง 10601 10602 และ 10603 อาคารปฏิบัติการคณะวิศวกรรมศาสตร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ โดยจำลองให้ห้อง10601 เป็นชั้นที่ 1 ของอาคาร ห้อง10602 เป็นชั้นที่ 2 และห้อง10603 เป็นชั้นที่ 3 และห้องควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าอยู่ที่ห้อง 10509 ซึ่งมีคอมพิวเตอร์ทำงานโปรแกรมแลปวิว โดยการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านฮับสวิตช์ (Hub switch Layer 2 และ Layer 3) เป็นสื่อกลางในการเชื่อมต่อเข้าด้วยกันทั้ง 3 ชุด(แต่ละชั้นของอาคาร) ในการควบคุมการทำงานอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ พร้อมแสดงผลสถานะการทำงานของแต่ละห้อง ผลการทดลองการควบคุมการเปิดปิดหลอดไฟสามารถทำงานได้ตามที่ต้องการ และมีการแสดงผลสถานะบนหน้าจอโปรแกรมแลปวิว ส่วนการควบคุมการเปิดปิดเครื่องปรับอากาศ สามารถควบคุมเปิดปิดเครื่องปรับอากาศได้ ซึ่งผลการทดลองแสดงผลเป็นกราฟอุณหภูมิของแต่ละห้องบนหน้าจอโปรแกรมแลปวิว ดังรูปที่ 13-15



รูปที่ 13 แสดงกราฟอุณหภูมิในห้องที่ 1



รูปที่ 14 แสดงกราฟอุณหภูมิในห้องที่ 2



รูปที่ 15 แสดงกราฟอุณหภูมิในห้องที่ 3

6. สรุปผลการทดลอง

บทความเสนอแนวคิดเกี่ยวกับระบบอำนวยความสะดวกในการควบคุมใช้งานอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ ซึ่งเน้นการควบคุมเครื่องปรับอากาศ และหลอดไฟฟ้า โดยระบบที่ทำการติดตั้งเพิ่มเข้าไปนั้น สามารถควบคุมได้ทั้งแบบเดิม และโปรแกรมควบคุมได้ ซึ่งเป็นการประยุกต์ใช้งานโปรแกรมแลปวิวควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านเครือข่ายอินทราเน็ต และเครือข่ายอินเตอร์เน็ต ส่งผลให้ผลการทดลองสามารถควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าได้ และอ่านสถานะของอุปกรณ์ได้เช่นกัน

7. บรรณานุกรม

[1] Dennis C. Brewer, Home Automation Made Easy, Pearson Education, Inc.,2014

[2] Matt Smith, Connected: Your Complete Guide to Home Networking, Make Use Of, E-Book Posted on September 1st, 2012

[3] เจริญ เพชรมุณี, เรียนลัด LabVIEW, กรุงเทพฯ : บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด, 2547.

[4] โอภาส ศิริศรชิตถาวร, เรียนรู้ระบบควบคุมด้วยโปรแกรมภาษาC กับArduino,กรุงเทพฯ:บริษัทอินโนเวตีฟ เอ็กเพอริเมนต์ จำกัด

[5] Brian Evans, Beginning Arduino Programming, Apress, 2012.

[6] ประจิน พลังสันติกุล, การเขียนโปรแกรมควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR ด้วยภาษา C,กรุงเทพฯ : แอพซอฟต์เทค, 2549.

[7] กิจไพบูลย์ ชีวพันธุศรี, ซอฟต์แวร์เพื่อการพัฒนาระบบการวัดและควบคุม, กรุงเทพ : ซีเอ็ดยูเคชั่น, 2554.

[8] ผศ. ดร.วรพงศ์ ตั้งศรีรัตน์",เซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ : ทฤษฎีและการประยุกต์ใช้ในระบบการวัดและระบบควบคุม", สำนักพิมพ์สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยีไทย ญี่ปุ่น

[9] จักกริช พฤษการ, การสื่อสารข้อมูลและเครือข่ายคอมพิวเตอร์, กรุงเทพฯ : ท้อป, 2549.

[10] จัตุชัย แพงจันทร์, เจาะระบบ Network, นนทบุรี : บริษัท ไอดีซี อินโฟเซ็นเตอร์, จำกัด, 2546